

## CONDENSER MICROPHONE AND ITS MANUFACTURING METHOD AND SOUND INPUT DEVICE

Publication number: JP2002223499

Publication date: 2002-08-09

Inventor: MATSUO TAKEHIDE; KAMISUKE SHINICHI

Applicant: SEIKO EPSON CORP

Classification:

- international: **H04R19/04; H04R31/00; H04R19/00; H04R31/00;**  
(IPC1-7): H04R19/04; H04R31/00

- european:

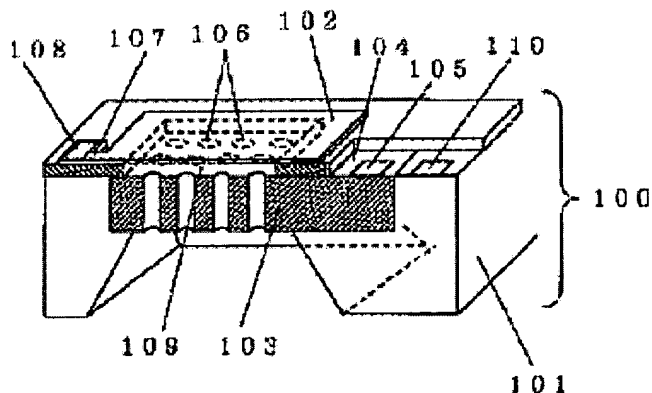
Application number: JP20010020706 20010129

Priority number(s): JP20010020706 20010129

Report a data error here

### Abstract of JP2002223499

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a condenser microphone that has a proper low stress diaphragm and excellent characteristics and to enhance the safety in the manufacturing processing. **SOLUTION:** The manufacturing method of this invention includes a process where a dope mask the back plate and through-hole equivalent part of which acts like an opening is formed on the surface of a single crystal silicon substrate 101 with an orientation (100), a process where boron is doped up to a prescribed depth to an exposed silicon part of the surface of the silicon substrate with high concentration, a process where a sacrificing layer film permitting selective etching is formed to the back plate and a diaphragm, a process where a diaphragm film is formed by sputtering and boron is doped, a process where a recessed part with a prescribed depth through alkali anisotropic etching, and a process where the sacrificing layer film between the back plate and the diaphragm is selectively etched to form spaces apart from each other at optional intervals.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-223499

(P2002-223499A)

(43)公開日 平成14年8月9日(2002.8.9)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データベース(参考)
H 0 4 R 19/04		H 0 4 R 19/04	5 D 0 2 1
31/00		31/00	C

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2001-20706(P2001-20706)

(22)出願日 平成13年1月29日(2001.1.29)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 松尾 剛秀

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72)発明者 紙透 真一

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74)代理人 100095728

弁理士 上柳 雅彦 (外1名)

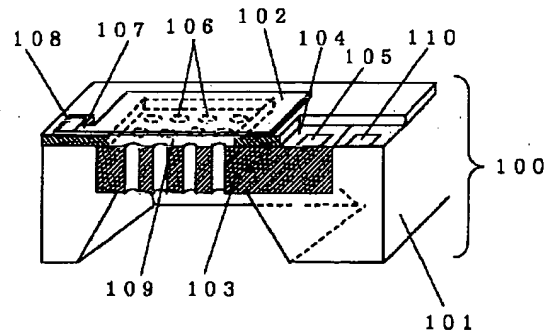
Fターム(参考) 5D021 CC01 CC20

(54)【発明の名称】 コンデンサマイクロホンおよびその製造方法および音声入力装置

(57)【要約】

【課題】適正な低応力ダイアフラム有し、特性の優れたコンデンサマイクロホンを提供するとともに製造工程の安全の向上を図る。

【解決手段】(100)面方位の単結晶シリコン基板101の表面にバックプレート兼貫通穴相当部が開口部となっているドーパマスクを形成する工程と、該シリコン基板の表面のシリコンが露出した部分に所定深さまでホウ素を高濃度にドーパする工程と、バックプレート及びダイアフラムに対して選択的にエッチング出来る犠牲層膜を形成する工程と、スパッタによるダイアフラム膜を成膜し、ホウ素をドーパする工程と、アルカリ異方性エッチングにより、所定深さの凹部を形成する工程と、バックプレート及びダイアフラム間の犠牲層膜を選択的にエッチングし、任意に隔てた空間を形成するための工程を有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】バックプレートに有する単結晶シリコン基板と、前記バックプレートに対して所定の間隔を隔てて形成された電極とを有してなるコンデンサマイクロホンにおいて、

前記電極であるダイアフラムにはホウ素がドーピングされてなり、前記バックプレートには複数の貫通穴が形成され、高濃度にホウ素がドーピングされていることを特徴とするコンデンサマイクロホン。

【請求項2】前記ダイアフラムは前記バックプレートに比べて厚みが薄いことを特徴とする請求項1記載のコンデンサマイクロホン。

【請求項3】前記単結晶シリコン基板は(100)面方位または(110)面方位であることを特徴とする請求項1または2記載のコンデンサマイクロホン。

【請求項4】バックプレートに有する単結晶シリコン基板と、前記バックプレートに対して所定の間隔を隔てて形成された電極とを有してなるコンデンサマイクロホンの製造方法であって、(a)前記単結晶シリコン基板の表面に少なくとも前記バックプレート兼貫通穴相当部が開口部となっているドーパマスクを形成する工程、

(b)前記単結晶シリコン基板の表面が露出した部分に所定深さまでホウ素を高濃度にドーパする工程、(c)前記単結晶シリコン基板に前記バックプレート及び前記ダイアフラムに対して選択的にエッチングする犠牲層膜を形成する工程、(d)前記犠牲層膜に、スパッタによるダイアフラムを成膜し、ホウ素をドーパする工程、(e)前記単結晶シリコン基板の裏面にエッチングにより、所定深さの凹部を形成する工程、(f)前記単結晶シリコン基板の前記バックプレート及び前記ダイアフラム間の犠牲層膜を選択的にエッチングし、任意に隔てた空間を形成する工程、とからなることを特徴とするコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項5】請求項4記載のコンデンサマイクロホンの製造方法において、熱拡散法またはイオン打ち込み法によりホウ素をドーパすることを特徴とするコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項6】請求項1に記載のコンデンサマイクロホンを内蔵することを特徴とする音声入力装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は補聴器等への音声入力に用いられる小型コンデンサマイクロホンおよびその製造方法および補聴器等の音声入力装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】音声入力素子としての小型マイクロホンは現在主に補聴器に用いられている。今後の長寿社会ではますますその需要が増大するものと考えられるが、その需要に応えるためには、小型マイクロホンには今後さらなる小型化、低消費電力化が求められている。一方、

シリコンマイクロマシニング技術は、半導体加工技術を用いてシリコン基板を加工し微細・高精度な3次元構造・装置を作製する技術で、超小型のセンサやインクジェットヘッドなどの製造に必要不可欠な技術である。マイクロホンを小型化するという観点でも、近年多くの研究者がマイクロマシニング技術を駆使して小型マイクロホンの研究開発を行っている。従来小型コンデンサマイクロホンとしては、たとえば、「A HIGH SENSITIVITY POLYSILICON DIAPHRAGM CONDENSER MICROPHONE」Proc. IEEE Micro Electro Mechanical Systems, 1998, 580-585ページに記載されているように、Hsuらはシリコン基板上に、ポリシリコン薄膜からなるダイアフラムとホウ素の高濃度ドーパおよび選択エッチングにより形成されるバックプレートからなるコンデンサを検知部とした小型の高性能コンデンサマイクロホンの製造技術を開示している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の小型マイクロホンでは、以下に述べるような課題があった。Hsuらによるマイクロホンでは、減圧CVD方式によって形成されたポリシリコン膜をダイアフラムとしている。一般にポリシリコン膜の内部応力は調整可能ではあるが、成膜時の残留応力が約100Paにもなり、この内部応力を緩和する処置としてドーピング、アニール処理を行ったとしても内部応力を解消することは困難である。また、モノシラン( $\text{SiH}_4$ )などの危険なガスを用いて減圧CVD等の方式によってポリシリコン膜を形成する場合、モノシランガスの安全管理やCVD処理後の排ガスの無害化等の付帯的実施項目が生じ、設備管理が難しくなるという問題がある。

【0004】そこで、本発明は、上記したような課題を解決するもので、その目的とするところは、モノシランのような危険なガスを用いることなく内部応力を解消した優れたダイアフラムを備えた小型のコンデンサマイクロホンを提供することにある。

【0005】また、本発明の別の目的は、このコンデンサマイクロホンを備えた優れた性能の音声入力装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1のコンデンサマイクロホンは、バックプレートに有する単結晶シリコン基板と、前記バックプレートに対して所定の間隔を隔てて形成された電極とを有してなるコンデンサマイクロホンにおいて、前記電極であるダイアフラムにはホウ素がドーピングされてなり、前記バックプレートには複数の貫通穴が形成され、高濃度にホウ素がドーピングされていることを特徴とする。

【0007】このため、請求項1のコンデンサマイクロ

ホンはスパッタ成膜により形成しホウ素をドーパさせたダイアフラムを有するため、内部応力を解消することができ、優れた特性を有するという効果を有する。

【0008】請求項2のコンデンサマイクロホンの前記ダイアフラムは、前記バックプレートに比べて厚みが薄いことを特徴とする。

【0009】このため、請求項2のコンデンサマイクロホンは、音源からの音圧を受ける際にダイアフラムのみが音圧に従って振動し、この振動に従って生じるコンデンサ容量の変化に応じた信号を出力できるという効果を有する。

【0010】請求項3のコンデンサマイクロホンは、前記単結晶シリコン基板は(100)面方位または(110)面方位であることを特徴とする。

【0011】このため、請求項3のコンデンサマイクロホンは、アルカリ異方性エッチングにより高精度に形成された凹部底面がバックプレートとなり、寸法精度が高いバックプレートを有することができ、従って設計どおりのコンデンサマイクロホンが再現よく製造されるという効果を有する。

【0012】本発明のコンデンサマイクロホンの製造方法は、バックプレートを有する単結晶シリコン基板と、前記バックプレートに対して所定の間隔を隔てて形成された電極とを有してなるコンデンサマイクロホンの製造方法であって、(a)前記単結晶シリコン基板の表面に少なくとも前記バックプレート兼貫通穴相当部が開口部となっているドーパマスクを形成する工程、(b)前記単結晶シリコン基板の表面が露出した部分に所定深さまでホウ素を高濃度にドーパする工程、(c)前記単結晶シリコン基板に前記バックプレート及び前記ダイアフラムに対して選択的にエッチングする犠牲層膜を形成する工程、(d)前記犠牲層膜に、スパッタによるダイアフラムを成膜し、ホウ素をドーパする工程、(e)前記単結晶シリコン基板の裏面にエッチングにより、所定深さの凹部を形成する工程、(f)前記単結晶シリコン基板の前記バックプレート及び前記ダイアフラム間の犠牲層膜を選択的にエッチングし、任意に隔てた空間を形成する工程、とからなることを特徴とする。

【0013】このため、請求項4の方法は、任意な犠牲層膜膜厚により均一性の高い空隙を形成するというとともに、ホウ素の高濃度ドーパとアルカリエッチングによる高精度なエッチストップにより形成される高精度なバックプレートを有するコンデンサマイクロホンを形成することができるという効果を有する。

【0014】請求項5の方法は、請求項4記載のコンデンサマイクロホンの製造方法において、前記ホウ素のドーパ方法が熱拡散法またはイオン打ち込み法によることを特徴とする。

【0015】このため、請求項5の方法はアルカリエッチングにバックプレート以外の不要部をエッチング除去

する際に、バックプレートとなる部分でのエッチストップ現象を確実に生じせしめ、従って高精度なバックプレートを有するコンデンサマイクロホンを形成することができるという効果を有する。

【0016】請求項6の音声入力装置は、請求項1ないし3のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンを有することを特徴とする。

【0017】このため、請求項6の音声入力装置は、請求項1ないし3のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンが有する効果を備えるという効果を有する。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施例に基づき詳細に説明する。

【0019】(実施例1)図1は実施例1におけるマイクロホン100の断面斜視図である。実施例1におけるマイクロホン100はダイアフラム102やバックプレート103等のマイクロホンを構成するに必要な構造体を単結晶シリコン基板上に積層膜が形成されている構造を有している。

【0020】マイクロホン100となる単結晶シリコン基板101はたとえば4インチ径のシリコンウェハ上に多数形成されたものを最終的にダイシング等の手段で分離されて完成するが、その大きさは一辺2mm四方で厚みは500 $\mu$ mである。単結晶シリコン基板の裏面側には所定のアルカリ異方性エッチングにより形成された凹部の底部に相当するところに直径50 $\mu$ mの円形の音響ホール106が多数形成された厚み13 $\mu$ m、一辺1mmの正形状のバックプレート103とこれに連なる下部電極配線104および下部電極パッド105が形成されている。また、単結晶シリコン基板の表面側には厚み1.0 $\mu$ m、一辺1mmの正方形のダイアフラム102とこれに連なる上部電極配線107および上部電極パッド108が形成されている。

【0021】ダイアフラム102とバックプレート103とは距離3 $\mu$ mの空隙109を隔てて互いに平行に形成されている。また、単結晶シリコン基板の表面側には、接地電極110が形成されている。

【0022】図2は、実施例1のマイクロホン100の製造工程図である。

【0023】まず、直径4インチの単結晶シリコン基板101((100)結晶面方位、厚み500 $\mu$ m)を熱酸化してその両面にエッチングおよびドーパ用マスクとなる厚み1 $\mu$ mのSiO<sub>2</sub>膜201を形成し、選択的に直径50 $\mu$ mの円形の音響ホール106を形成させるためパターニングを施す(図2(a))。

【0024】次に、単結晶シリコン基板の表面側からのドーピングを行う。図示しない固体のホウ素拡散源を単結晶シリコンに対向配置し、1175℃で15時間の熱処理を行う。この処理によりSiO<sub>2</sub>膜201の開口部から深さ13 $\mu$ mの領域まで高濃度(濃度 $5 \times 10^{19}$

個/cm<sup>3</sup>以上)のホウ素がドーピングされる(図2(b))。ドーピングは、イオン打ち込み法や液体拡散源を用いる方法(3臭化ホウ素等を用いる)によっても同様の処理が可能である。ドーピング用マスクとして使用したSiO<sub>2</sub>膜201はドーピング終了後フッ酸溶液にて除去する。

【0025】次に、単結晶シリコン基板の表面に犠牲層となる厚み3μm、裏面にエッチングマスクとなる厚み1μmをそれぞれTEOS(テトラエトキシシラン)を用いたプラズマCVDによるSiO<sub>2</sub>膜202を形成する(図2(c))。

【0026】次いでダイアフラムとなる厚み1μmのPoly-Si膜102をスパッタにて形成する。Poly-Siはホウ素をドーピングし電極化させる。ドーピングはイオン打ち込み法や液体拡散源を用いる方法(3臭化ホウ素等を用いる)によっても同様の処理が可能である。積層膜の最後として保護膜203を再度TEOS-CVDにて1μm形成する(図2(d))。

【0027】次に、単結晶シリコン基板101の裏面側のTEOS-SiO<sub>2</sub>膜202を凹部204に相当するパターンに加工し、アルカリ性のエッチング、たとえば、TMAH(テトラメチルアンモニウムハイドロキシド)の水溶液(25%、80℃)にて露出しているシリコン部分をエッチングする。エッチングは2段階のエッチングとし1段階目に高濃度、2段階目に低濃度の水溶液を使用し、高濃度にドーピングして成形させたバックプレート103にてエッチストップをかける。この際、第1の工程(b)にて選択的にドーピングされた部分はバックプレート103として残り、されなかった部分はエッチングが進行し、音響ホール106が形成される(図2(e))。

【0028】次に単結晶シリコン基板表面のドーピング領域からの電極を引き出すために積層膜であるTEOS-SiO<sub>2</sub>保護膜203、Poly-Si膜ダイアフラム102、およびTEOS-SiO<sub>2</sub>犠牲層202を順にエッチングし、電極取り出し口を形成する(図2(f))。

【0029】次に、単結晶シリコン基板101の表面側にPoly-Si膜ダイアフラム102とバックプレート103を両電極としコンデンサ構造を形成するため、これらの間にあるTEOS-SiO<sub>2</sub>膜202を除去し、空隙109を形成する。これはフッ酸溶液を準備し基板を浸漬させ、単結晶シリコン101裏面側の露出しているバックプレートに選択的に形成された音響ホールを通じTEOS-SiO<sub>2</sub>膜202をエッチングし空隙109を形成する。この際にTEOS-SiO<sub>2</sub>保護膜203も同時にエッチングし、ダイアフラム102及びバックプレート103のみの構造にする(図2(g))。

【0030】最後に取り出し電極となるパッドをダイア

フラム側の上部電極パッド107、バックプレート側の下部電極パッド105、及び接地電極110を形成する。パッド材質はアルミニウムまたは金等の金属で形成する(図2(h))。

【0031】本実施例のマイクロホンはマイクロマシニングにより作製されているため、ダイアフラムおよびバックプレートの各部寸法(幅、長さ、厚み、音響ホールの形状、寸法および配置)も設計どおりに形成されている。コンデンサマイクロホンにとって空隙距離や各部寸法が一定であることは重要であり、このことにより、出力が安定したマイクロホンが実現できた。また、上述したようにダイアフラム102の厚みはバックプレート103の厚みに対して非常に薄く、また、バックプレートには適当な形状、寸法の音響ホールが適当に配置されているため、ダイアフラムが音源より音圧を受けた場合、ダイアフラムのみがこれに応じて振動、変形し、ダイアフラムとバックプレート間の静電容量変化が信号として出力される。本実施例の場合では、音響ホール形状については、円柱形状の場合について述べたが、音響ホールとしての音響特性が最適に設計されていれば、四角柱形状であっても同様にマイクロホンの形成が出来る。

【0032】(実施例2)本実施例は、単結晶シリコン基板101として、(100)面方位の単結晶シリコン基板に代えて(110)面方位のn型単結晶シリコン基板を用いるものである。図3に本発明の第1の実施例における(100)面方位の単結晶シリコンを用いた場合(図3(a))と(110)面方位の単結晶シリコン基板を用いた場合(図3(b))の凹部の形状を比較して示す。前記第2の工程で、アルカリ性のエッチング液を用いたエッチングにより凹部204を形成するが上記のいずれの場合でもエッチング速度の低い(111)シリコン結晶面が側壁となっている。(100)シリコン基板の場合は、凹部204の表面は単結晶シリコン基板表面に対して54.7度をなす4つの(111)面302と(100)面である底面303からなり、他方、(110)シリコン基板の場合は、凹部204の表面はシリコン基板表面に対して90度をなす4つの(111)面304、同じく35度をなす2つの(111)面305および(110)面である底面306からなる。いずれの場合においても、アルカリ液を用いたエッチングによりエッチングマスク形状を基準にした精度の高い凹部204の形状が実現されている。実施例2では、単結晶シリコン基板101として(110)シリコン基板を用いて、第1の実施例に記した工程と同一の工程を行うことにより第1の実施例の場合と同様の性能のコンデンサマイクロホンが作製できる。

【0033】上述したコンデンサマイクロホン100を備える音声入力機器として、図4に補聴器300の斜視図を示す。本発明のマイクロホン100は補聴器300の外装部材301中の点線で示す部分に、ダイアフラム

が形成されているシリコン基板表面側が音源方向に向くようにパッケージングされる。ダイアフラムは音源からの音圧を受け、音圧に従って変形するが、その際のダイアフラムとバックプレートとの電気容量変化を音圧に対応した信号として取出すものである。また、前記コンデンサマイクロホンを備える音声入力機器としては、これに限らず、たとえば、携帯電話のマイク部分にも好ましく用いることができる。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明におけるコンデンサマイクロホンおよびその製造方法によれば、内部応力が適正に調整された高精度なダイアフラムを備え、小型で高性能なコンデンサマイクロホンが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明におけるコンデンサマイクロホンの断面斜視図。

【図2】 本発明におけるコンデンサマイクロホンの製造工程断面図。

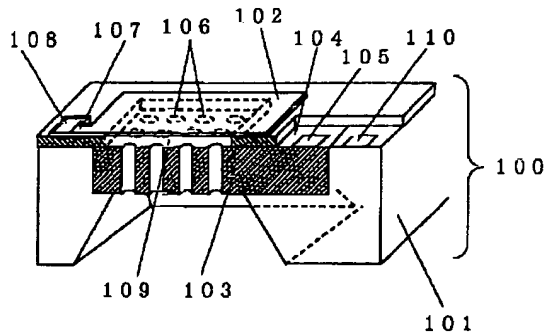
【図3】 凹部の形状の説明図。

【図4】 本発明における補聴器の説明図。

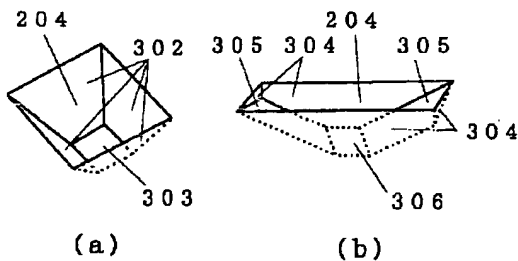
【符号の説明】

- 100 コンデンサマイクロホン
- 101 単結晶シリコン基板
- 102 ダイアフラム
- 103 バックプレート
- 104 下部電極配線
- 105 下部電極パッド
- 106 音響ホール
- 107 上部電極配線
- 108 上部電極パッド
- 109 空隙
- 110 接地電極
- 201 SiO<sub>2</sub> 膜
- 202、203 TEOS-SiO<sub>2</sub> 膜
- 204 凹部
- 300 補聴器
- 301 外装部材

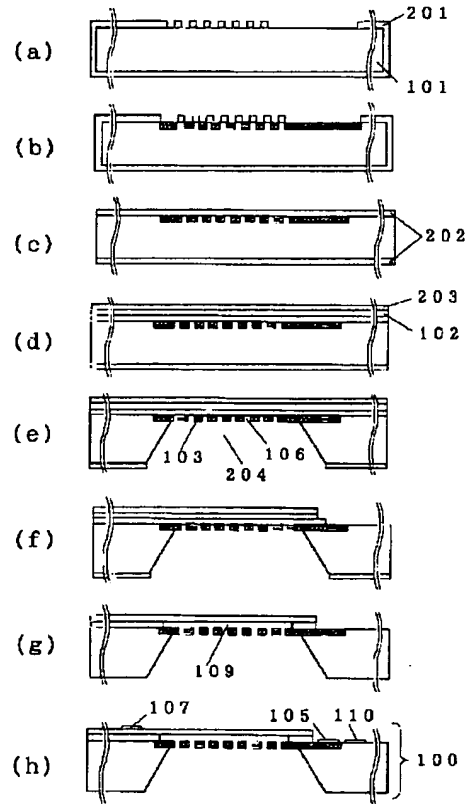
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

